



## Agroindustrial Science

Agroind Sci 2 (2011)

Escuela de Ingeniería  
Agroindustrial

Universidad Nacional de Trujillo

### Efecto del tiempo de fritura y del porcentaje de reemplazo de harina de trigo en las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa cavendish*)

Effect of frying time and the rate of replacement of wheat flour in the sensory characteristics of flour-based snacks of banana stalk (*Musa cavendish*)

**Angie Vargas, Kerly Aycho, Ronald Lezama, Suzzety Cerquín, Carlos Azabache, Edson Tuesta, Guillermo Linares \***

Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Recibido 23 octubre 2011; Aceptado 9 diciembre 2011

#### RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto del tiempo de fritura y el porcentaje de reemplazo de harina de trigo, sobre las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de plátano (*Musa cavendish*) utilizando el método de superficie de respuesta. Las variables seleccionadas para el proceso fueron los tiempos (35 – 55 s) de fritura y los porcentajes (0 – 80%) de reemplazo de harina de trigo, las variables analizadas fueron las características sensoriales (sabor y crocantez), utilizando para ello un panel de jueces no entrenados. Se procedió a la elaboración de la harina de raquis mediante la recepción de la materia prima, selección, lavado, desinfección, pelado, troceado, inmersión, secado, molienda y tamizado, y posteriormente a la preparación del snack mediante formulación, pesado, mezclado, moldeado, secado, fritura y escurrido. Por medio del análisis sensorial se evaluó los atributos de sabor y crocantez por parte del consumidor de los snacks a base de harina de raquis de plátano para determinar el nivel de agrado de las muestras mediante una escala hedónica. Posteriormente se analizó estadísticamente los resultados mediante el método de superficie de respuesta a un nivel de significancia del 5%. La mejor combinación de tiempo de fritura y porcentaje de reemplazo resultó ser la de 43-49 s a 21-52% de harina de trigo.

**Palabras clave:** raquis, tiempo de fritura, snacks.

#### ABSTRACT

In the present study evaluated the effect of frying time and the rate of replacement of wheat flour on the sensory characteristics of flour – based snacks of banana stalk (*Musa Cavendish*) using response surface. The variables selected for the process were the times (35 - 55 s) of frying and percents (0 - 80%) of replacement of wheat flour, the variables were the sensory characteristics (taste and crispness), using an untrained panel of judges. We proceeded to the preparation of the meal spine by receiving the raw material, sorting, washing, disinfecting, peeling, cutting, dipping, drying, milling and screening, and subsequently to the preparation of the snack by formulation, weighing, mixing, molding, drying, frying and draining. By analyzing sensory attributes evaluated flavor and crispness by the consumer of flour-based snacks of banana stalk to determine the level of liking of the samples using a hedonic scale. Subsequently the results were statistically analyzed by the method of response surface to a level of significance of 5%. The best combination of frying time and proved replacement ratio of 43-49 sa 21-52% of wheat flour.

**Keywords:** spine, frying time, snacks.

\* Autor para correspondencia.

E-mail: [galinares@hotmail.com](mailto:galinares@hotmail.com) (G. Linares)

## 1. Introducción

La investigación en alimentos en estas épocas se ha vuelto muy importante, sobre todo en el área del desarrollo de nuevos productos, y más atención tienen los que surgen del aprovechamiento de “residuos” de materias primas, ya que ahora el darle valor agregado a ellos, reduce la obtención de ganancias en las industrias, además debido a la legislación y a razones ambientales, la industria se ve cada vez más forzada a encontrar alternativas de uso de sus residuos materiales; esto se da por lo general, en las industrias de alimentos, como por ejemplo las que manejan vegetales y frutas (Botero y Mazzeo, 2009).

Después de la cosecha y postcosecha del banano, quedan subproductos como la cáscara, el raquis, las hojas y el pseudotallo que contienen elementos nutritivos importantes, tales como proteínas, carbohidratos, fibra y vitaminas, que podrían ser utilizados en la alimentación humana y que generalmente son desechados ya sea en la misma plantación o en las plazas de mercado donde se comercializa (Botero y Mazzeo, 2009).

El raquis o vástago, es uno de los residuos generados tanto en la cosecha como en la postcosecha del banano que se puede industrializar a fin de obtener productos alimenticios de alto valor nutricional y con características sensoriales y microbiológicas óptimas para su consumo (Carbajal *et al.*, 1997).

Según Carbajal *et al.* (1997), la composición química del raquis es superior a la pulpa y cáscara en todos sus componentes, exceptuando el almidón, lo que permitió pensar en un producto innovador, comestible, gran portador de fibra, vitaminas y minerales.

Esta investigación se realizó con el fin de conocer:

el efecto del tiempo (35-55s) de fritura y el porcentaje (0 – 80%) de reemplazo de harina de trigo en las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa cavendish*).

Teniendo como objetivo general: determinar el efecto del tiempo (35- 55s) de fritura y el porcentaje (0 – 80%) de reemplazo de harina de trigo en las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa cavendish*).

Y objetivos específicos: obtener una harina a base de raquis de banano (*Musa cavendish*). Determinar el tiempo y la temperatura de fritura, así como el porcentaje de reemplazo de harina de trigo adecuados en la elaboración de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa cavendish*).

## 2. Materiales y métodos

Elaboración de harina de raquis de banano

Recepción de la materia prima: se utilizó el raquis de banano (*Musa cavendish*).

Selección: se separó los productos buenos de los que no estaban aptos (presencia de manchas oscuras o con signos de putrefacción) para la elaboración de la harina.

Lavado: el raquis se lavó con agua potable a presión con la finalidad de eliminar los residuos de tierra y de otras materias extrañas adheridas a las materias primas.

Desinfección: se desinfectó en una solución de hipoclorito de sodio al 5 % por 10 minutos.

Pelado: se realizó manualmente con cuchillo con la finalidad de eliminar la cáscara de la materia prima.

Troceado: de la corteza superficial se hizo un troceado en rebanadas de aproximadamente 1 cm de grosor con la finalidad de obtener trozos que faciliten el secado.

**Inmersión:** las rebanadas se sumergieron en una solución de ácido cítrico y metabisulfito de sodio (0,1 %) por 1 hora con el fin de evitar el pardeamiento.

**Secado:** la deshidratación se llevó a cabo en una estufa de bandejas, a 60 °C durante 10 horas, hasta cuando se encuentre totalmente seco.

**Molienda:** se utilizó un molino de tornillo, por el cual se pasaron los trozos de producto seco para ser finamente divididos hasta partículas pequeñas.

**Tamizado:** la totalidad del producto se pasó a través de un colador de doble malla para obtener un producto más fino.

### Elaboración de snacks

**Materia Prima:** harinas de trigo y raquis de banano.

**Formulación:** se prepararon las formulaciones a utilizar en el trabajo.

**Pesado:** se realizó con una balanza analítica con la finalidad de obtener pesos exactos de la materia prima e insumos.

**Mezclado:** consistió en mezclar la materia prima con los insumos.

**Moldeado**

**Fritura**

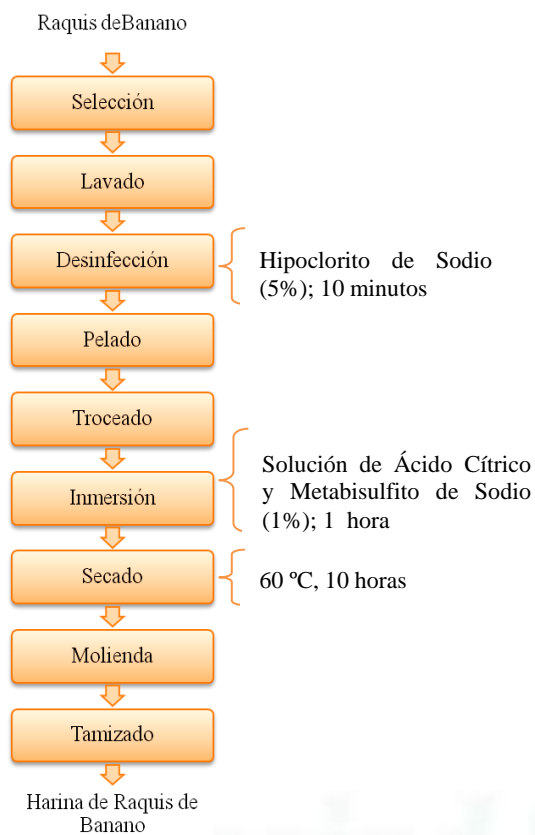
Los snacks se sometieron a la acción del aceite caliente, a una temperatura de 140°C por 35 a 55 segundos.

**Ecurrido**

El exceso de aceite se eliminó mediante el escurrido del mismo.

### Diseño Experimental

Se realizó un diseño compuesto central rotacional (DCCR) tomando un planteamiento factorial:  $2^2 + 2 \times 2 + 3 = 11$ .

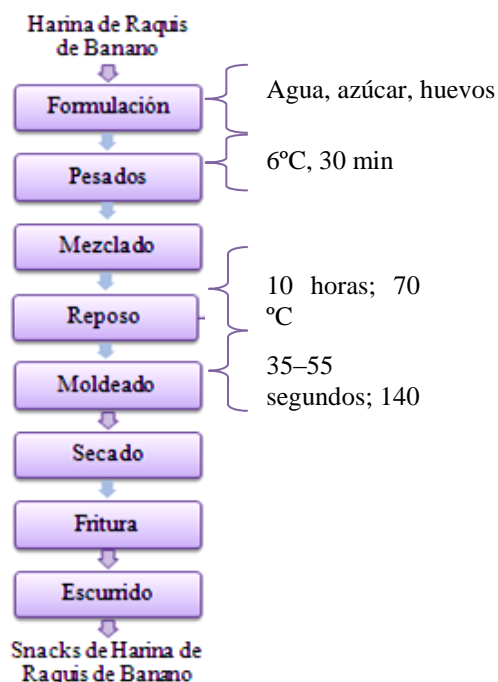


**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de raquis de banano.

En la tabla 1 se muestran los niveles de las variables independientes, tiempo de fritura y porcentaje de reemplazo.

**Tabla 1.** Niveles de los factores estudiados.

Variables	Niveles				
	-1,41	-1	0	1	1,41
Tiempo (s)	35	37,91	45	52,09	55
Porcentaje de Reemplazo (%)	0	11,63	40	68,37	80



**Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de snacks a base de harina de raquis de banano.

### 3. Resultados y discusión

#### Caracterización de la materia prima

Según Mazzeo *et al.* 2010, la harina de raquis está compuesta por 7.5% de humedad, la cual difiere a los datos obtenidos en la investigación (Tabla 2) que fue de 9%, esto se debe relativamente al tiempo en que estuvo en una bolsa de propileno en donde adquirió relativamente la humedad del ambiente. Asimismo, comprobamos el valor teórico del porcentaje de cenizas obtenido por dicho autor.

**Tabla 2.** Caracterización de la harina de raquis de banano empleada.

Análisis Fisicoquímico Resultado	
% Humedad	9
% Cenizas	1,9
% Almidón	-

Comprobamos la no presencia de almidón en la harina mediante la prueba del yodo. Esta prueba del almidón es un método sencillo, rápido y de bajo costo para evaluar visualmente la presencia de almidón de harina (Melnick, D., 1957).

Luego de haber realizado los 11 tratamientos se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 3.

**Tabla 3.** Valores reales del tiempo de fritura, porcentaje de reemplazo, sabor y crocantez

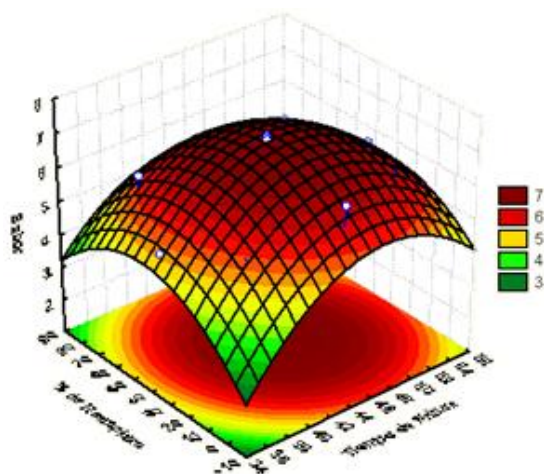
Ensayo	Tiempo de fritura	% reemplazo	sabor	crocantez
	X1	X2	Y1	Y2
1	37,9	11,6	5,16	5,43
2	52,1	11,6	5,8	4,85
3	37,9	68,4	5,96	4,95
4	52,1	68,4	5,94	6,18
5	35	40	5,04	5,8
6	55	40	5,80	6,71
7	45	0	6,47	6,37
8	45	80	5,39	6,3
9	45	40	7,21	7,13
10	45	40	7,17	7,17
11	45	40	7,09	7,68

#### Proceso De Fritura

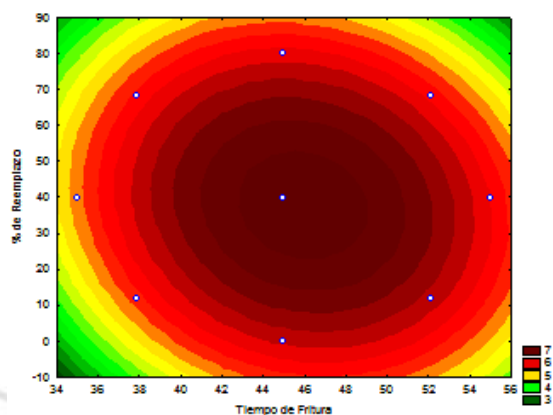
Según Mazzeo *et al.* 2010, evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de banano, variedad *Musa Cavendish*, encontrando que a elevadas temperaturas (140-160 °C) y a prolongados tiempos de fritura (1-5 min) se obtenía una mayor crocantez; sin embargo, esto difiere a nuestro análisis experimental donde mantuvimos constante la temperatura (140 °C) y los tiempos de fritura oscilaron entre 35-55 segundos, ya que los snacks se tostaban rápidamente por su poca masa (5g).



Así también Robles (2007) encontró que a 140 °C y 45s se lograban las mejores características para el sabor de los snacks a base de harina de raquis de banano, demostrándose que dichos resultados concuerdan con lo encontrado en la investigación desarrollada.



**Figura 3.** Superficie de respuesta en 3D de la variable dependiente del sabor de snack a base de harina de raquis.



**Figura 4.** Gráfico de superficie de respuesta de la variable dependiente de sabor de snack a base de harina de raquis.

La Superficie de Respuesta (Figura 3) y el Gráfico de Contornos (Figura 4) muestran una tendencia a estabilizarse cuando el tiempo de fritura y porcentaje de reemplazo han tomado su mayor valor.

Según Jacobson (1991), para determinar el valor de la significancia, comparamos el valor de F (valor estadístico de comprobación) respecto al valor de P (probabilidad), el cual nos muestra la siguiente relación:  $F > p$ , significativo;  $F < p$ , no significativo. Si F es 10 veces mayor a p, es muy significativo. Comparando los resultados obtenidos, con los de dicho autor, podemos afirmar que nuestra variable es **significativa**, según los valores mostrados en la Tabla 4.

**Tabla 4.** ANOVA para la variable del sabor.

FACTOR	SS	df	MS	F	p
(1)Tiempo (L)	0,36	1	0,36	2,25	0,19
Tiempo (Q)	4,14	1	4,14	25,73	0,003
(2)% de Reemplazo(L)	0,04	1	0,04	0,27	0,63
% de Reemplazo(Q)	2,03	1	2,03	12,62	0,02

Según la Tabla 5, nuestro modelo a seguir es:

$$\text{Sabor} = -31,3618 + 1,6005T - 0,01712T^2 + 0,0941R - 0,0007R^2 - 0,0008TR$$

**Tabla 5.** Coeficiente de regresión del sabor

FACTOR	Regr. Coefficients; Var.:Sabor; R-sqr=.87066; Adj.:.74131 (FINAL.sta) 2 factors, 1 Blocks, 11 Runs; MS Residual=.1610048 DV: Sabor					
	Coef.Regres.	Std.Err.	t(5)	p	-95%	+95%
Mean/Interc.	-31,3618	7,05	-4,44	0,00	-49,50	-13,22
(1)Tiempo de Fritura(L)	1,6005	0,30	5,22	0,00	0,81	2,38
Tiempo de Fritura(Q)	-0,0171	0,00	-5,07	0,00	-0,02	-0,00
(2)% de Reemplazo(L)	0,0941	0,04	1,95	0,10	-0,02	0,21
% de Reemplazo(Q)	-0,0007	0,00	-3,55	0,01	-0,00	-0,00
1L by 2L	-0,0008	0,00	-0,82	0,44	-0,00	0,00

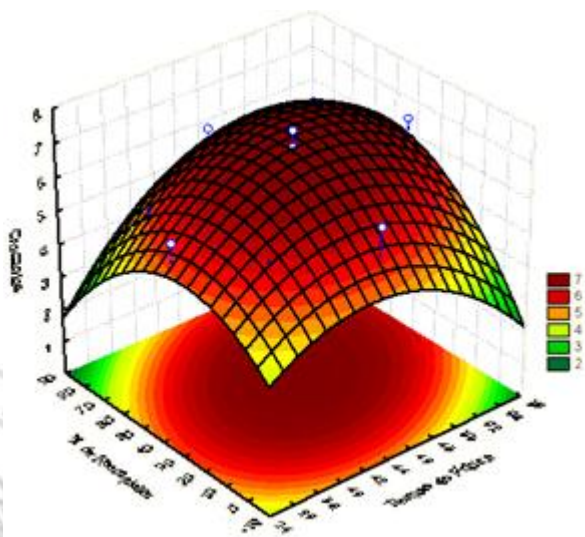
**Tabla 6.** Resultados basados de tabla ANOVA, para la determinación de la significancia del sabor.

Regresión	5,418843	2,000000	2,709421	<b>26,925124</b>	<b>4,45</b>
Error	0,805024	8,000000	0,100628	<b>F</b>	
Total	6,223867	10,000000			

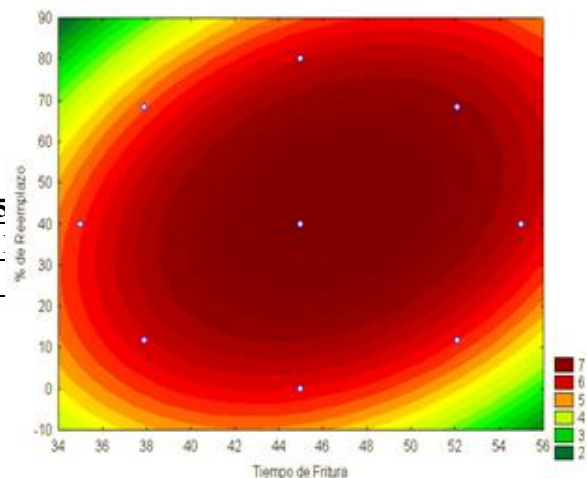
Ambas tablas (4 y 5), nos indican también el valor del R ajustado del sabor (0.74131), pudiendo afirmar que nuestros datos se ajustan al modelo, ya que, el coeficiente de determinación es mayor a 0.7.

### Crocantés

Según Jacobson (1991), generó un modelo que permite apreciar la influencia de la temperatura y el tiempo de fritura en la fuerza máxima de penetración, aunque ambos influyen sobre la fuerza máxima de penetración de los snacks, la temperatura tiene mayor influencia, lo cual no se pudo verificar en esta investigación, donde el tiempo fue la variable más importante.



**Figura 5.** Superficie de respuesta en 3D de la variable dependiente de la crocantez del snack a base de harina de raquis.



**Figura 6.** Gráfico de superficie de respuesta de la variable dependiente de la crocantez de snack a base de harina de raquis.

**Tabla 7.** ANOVA para la crocantes

FACTOR	ANOVA; Var.:CROCANTEZ; R-sqr=,75274; Adj.:50549 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 11 Runs; MS Residual=,4164311 DV: CROCANTEZ				
	SS	df	MS	F	p
(1)Tiempo de Fritura(L)	0,47	1	0,49	1,12	0,34
Tiempo de Fritura(Q)	3,38	1	3,38	8,12	0,04
(2)% de Reemplazo(L)	0,07	1	0,07	0,17	0,69
% de Reemplazo(Q)	3,04	1	3,04	7,30	0,04
1L by 2L	0,82	1	0,82	1,97	0,22
Error	2,08	5	0,42		
Total SS	8,42	10			

**Tabla 8.** Coeficiente de regresión para la crocantez.

FACTOR	Regr. Coefficients; Var.:Crocantez; R-sqr=,75274; Adj.:50549 (Spreadsheet1) 2 factors, 1 Blocks, 11 Runs; MS Residual=,4164311 DV: Crocantez					
	Coef.Regres.	Std.Err.	t(5)	p	-95%	+95%
Mean/Interc.	-23,02	11,3	-2,03	0,09	-52,19	6,15
(1)Tiempo de fritura(L)	1,34	0,49	2,71	0,04	0,07	2,60
Tiempo de fritura(Q)	-0,02	0,01	-2,85	0,04	-0,03	-0,00
(2)% De Reemplazo(L)	-0,02	0,08	-0,32	0,77	-0,22	0,17
% De Reemplazo(Q)	-0,00	0,00	-2,70	0,04	-0,00	-0,00
1L by 2L	0,000	0,00	1,40	0,22	-0,00	0,00

Según la tabla 2, nuestro modelo a seguir es:  

$$\text{Crocantez} = -23,022 + 1,3337T - 0,0154T^2 - 0,0245R - 0,0009R^2 - 0,0022TR$$

**Tabla 9.** Resultados basados de tabla ANOVA, para la determinación de la significancia de la crocantez.

Regresión	7,781310	5,000000	1,556262	12,16	5,05
ERROR	0,639745	5,000000	0,127949	F	P
SUMA	8,421055	10,000000			

Comparando los resultados obtenidos, con la teoría que afirma Jacobson (1991), podemos comprobar que nuestra variable es significativa, según los valores mostrados en la tabla adjunta.

Sin embargo, el valor del R ajustado de la crocantez (0. 50549), no se ajusta al modelo, ya que, el coeficiente de determinación es menor a 0.7. Siendo nuestro valor relativamente bajo debido a que nuestros jueces fueron un panel no entrenado y no contaban con un patrón adecuado, y de esta manera poder evaluar en forma objetiva, dicha variable.

## Optimización multiobjetivo

Esta etapa consiste en evaluar todos los gráficos de contorno y encontrar una zona optima de proceso para maximizar tanto el sabor como los crocantez.

La zona optima de proceso, se encuentra entre 43- 49 segundos respecto al tiempo y 21- 52% respecto al porcentaje de reemplazo, sin embargo, corresponde a la zona céntrica de la superficie, afirmando que el producto que sea elaborado bajo estas condiciones tendrá una aceptabilidad mayor a 7 puntos, de acuerdo a la escala utilizada en la evaluación sensorial.

Además, teniendo en cuenta que la temperatura utilizada durante el proceso se mantuvo constante a 140 °C, basados en experimentos previos, donde obtuvimos resultados adecuados y no involucro alteración química alguna del aceite. Si este es muy insaturado, se forman productos de oxidación que son potencialmente tóxicos cuando se consumen en exceso, y resultan muy dañinos para la salud (Robles, 2007).

## 4. Conclusiones

Se logró determinar que el efecto del tiempo de fritura y el porcentaje de reemplazo de harina de trigo mas óptimos fueron 43- 49 s y 21- 52 %, respectivamente en las características sensoriales de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa cavendish*) a una temperatura constante; logrando así mayor aceptabilidad.

Se logró obtener una harina a base de raquis de banano (*Musa cavendish*) con la siguiente composición: humedad de 9%, cenizas 2,1% y no presencia de almidón.

Se logró determinar el tiempo de fritura y el porcentaje de reemplazo de harina de trigo adecuados en la elaboración de snacks a base de harina de raquis de banano (*Musa cavendish*).

## 5. Referencias bibliográficas

Mazzeo, M., León, L., Mejía, L., Guerrero, L. y Botero, J. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y postcosecha del banano en el departamento de Caldas. *Rev. Educación en Ingeniería*, 9. pp. 128-139.

Carvajal, L., Sánchez, M., Giraldo, G. y Arcila, M. (1997). Diseño de un producto alimenticio para humanos (hojuelas) a partir del raquis del banano (*Musa AAB Simmonds*). Colombia: Universidad de Quindío.

Melnick, D. (1957). Nutritional Quality of frying fats in commercial Use. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 34, 578.

Robles, K. (2007). Harina y productos de banano. Documento Universidad del Valle, Cali. pp. 11-33.

Jacobson, G. (1991). Quality control in deep-fat frying operations. *Food Technol.* Febrero, 72.

